



TECHNOLOGIE TBM **zkušenosti z výstavby metra V.A**

Ing. David Cyroň, Metrostav a.s.

Proč TBM ?

Technologie ražby již je realizováno cca **80% všech** projektů podzemního stavitelství

- **Železniční a silniční tunely**
 - **Trasy Metra**
 - **Přivaděče vody**
 - **Kanalizace**
 - **Kolektory**
- **Výstavby zásobníků plynu a úložišť radioaktivního odpadu**

- **Technologie, která minimalizuje rizika**
- **Technologie, která maximalizuje výkon**
- **Technologie, která zformovala novou generaci tunelářů Metrostavu a.s.**
- **Technologie, nových příležitostí pro podzemní stavby v ČR**

Geologické výzvy pro TBM : smíšené podmínky



Geologické výzvy pro TBM : blokovitost hornin



Geologické výzvy pro TBM : blokovité a zvětralé horniny

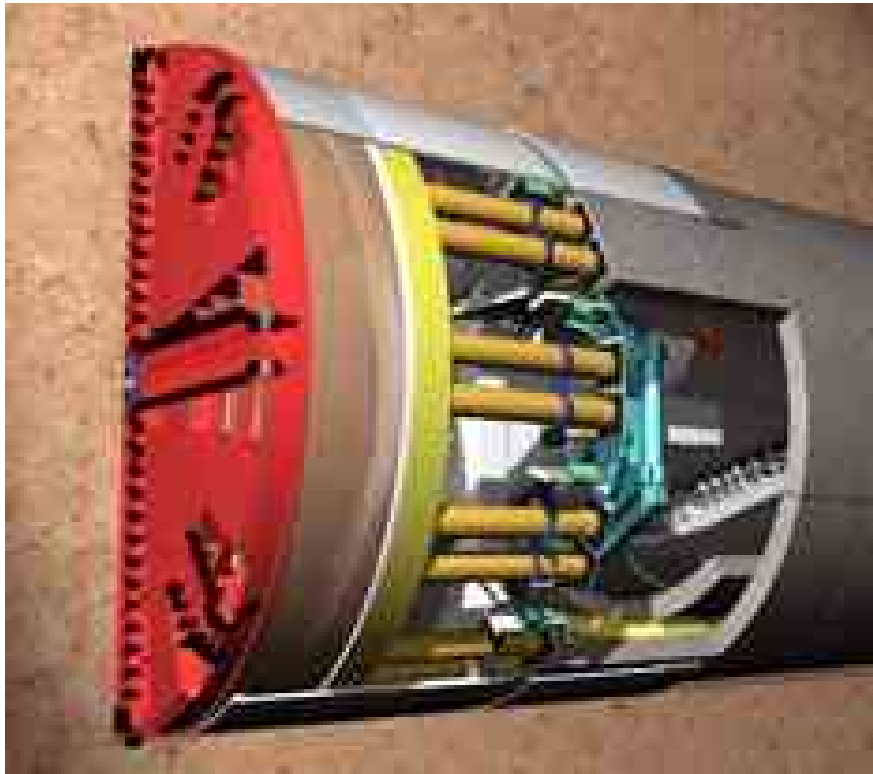


Geologické výzvy pro TBM : lepivé , plynující, zdraví ohrožující prostředí

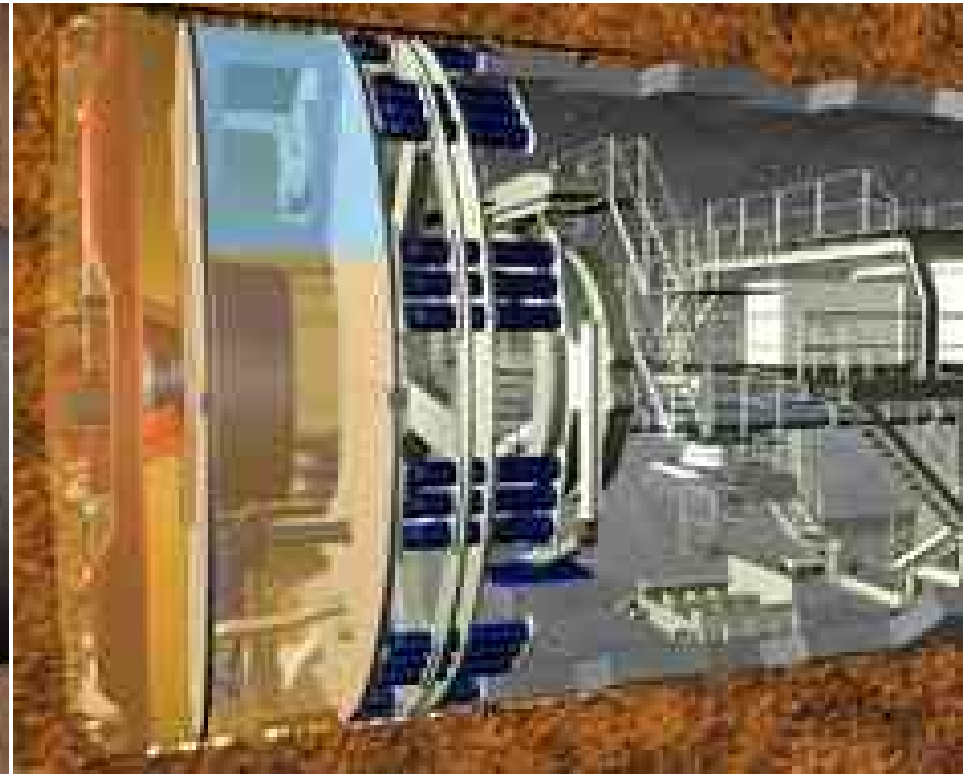


Pro každou geologii to správné TBM

měkké horniny – jíl, hlíny



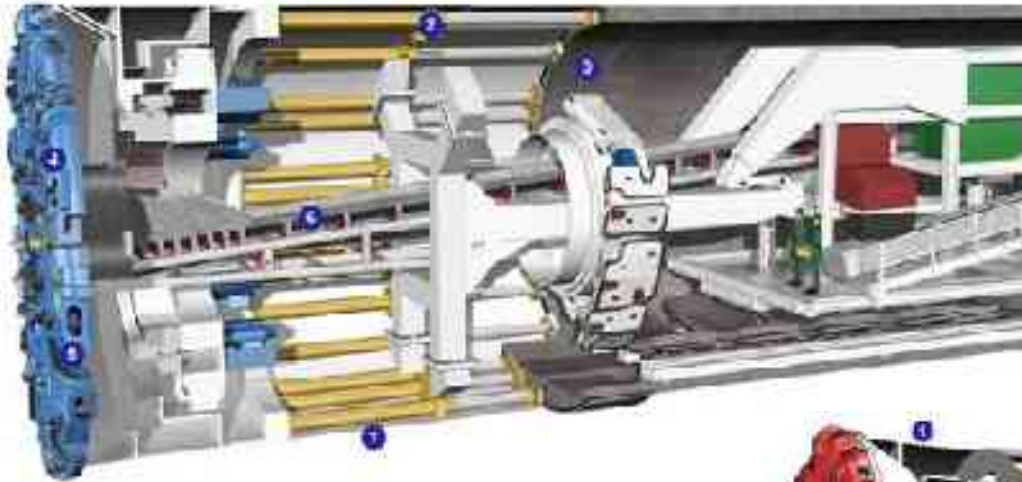
EPB



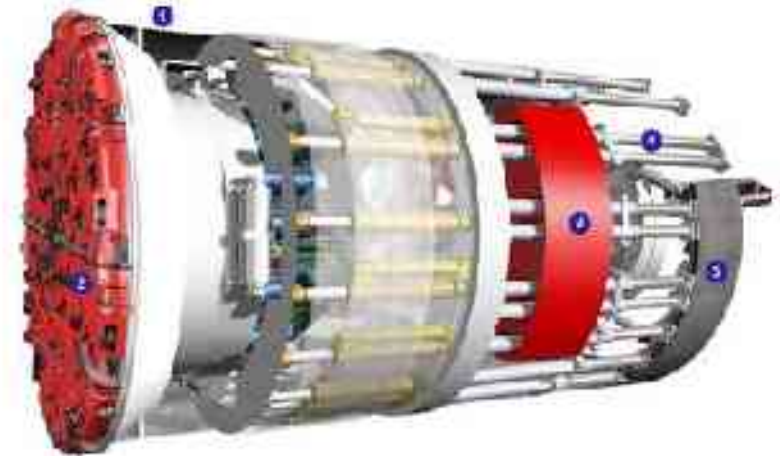
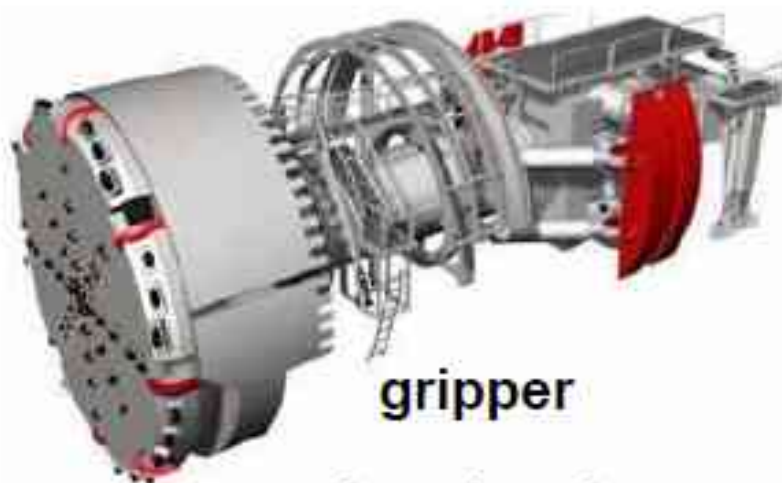
SlurryHydro

Pro každou geologii to správné TBM

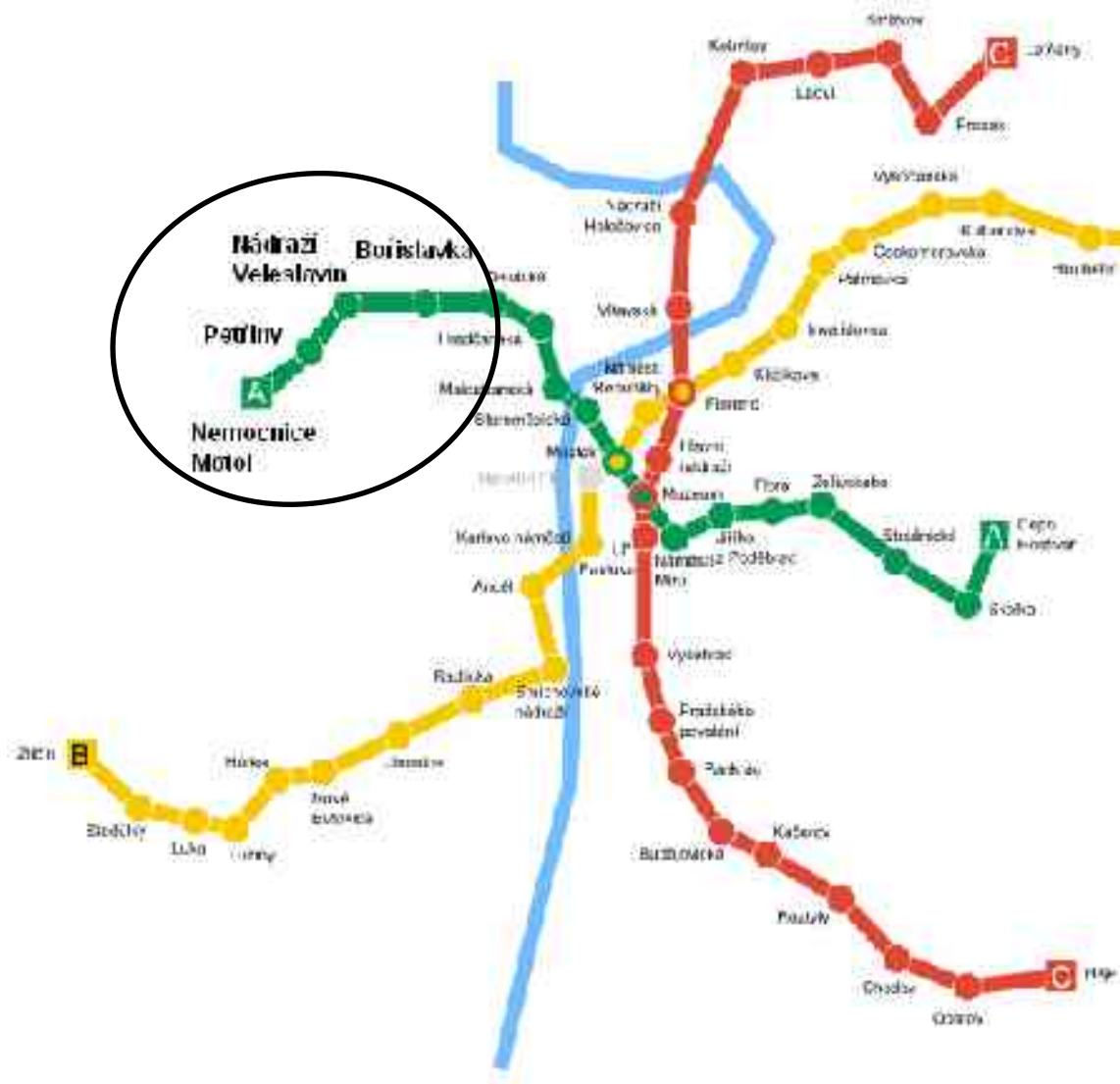
tvrdé horniny – žuly, čediče, vápence



Single-schild



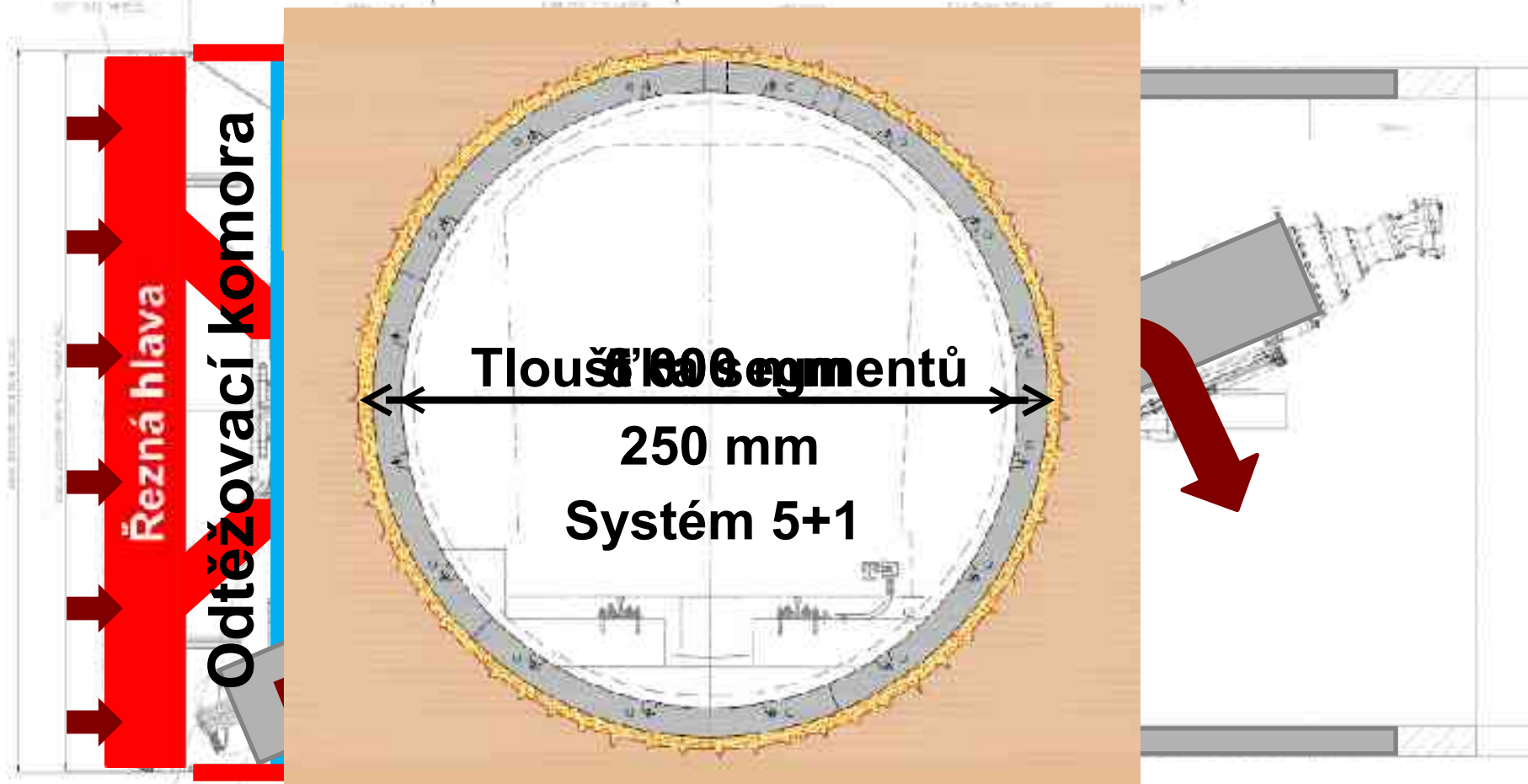
Double-schild



PRAŽSKÉ METRO
2013
 Délka sítě 59,4 km
 Počet stanic 57

METRO V.A
 Délka úseku 6 134 m
 Počet stanic 4
 TBM tunely 2 x 4 150m

Princip stroje TBM-EPB

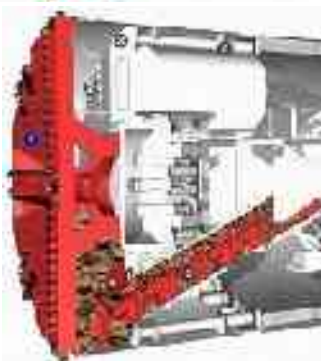




REŽIMY RAŽEB STROJE TBM-EPB



UZAVŘENÝ MÓD



**POLOUZAVŘENÝ
MÓD**

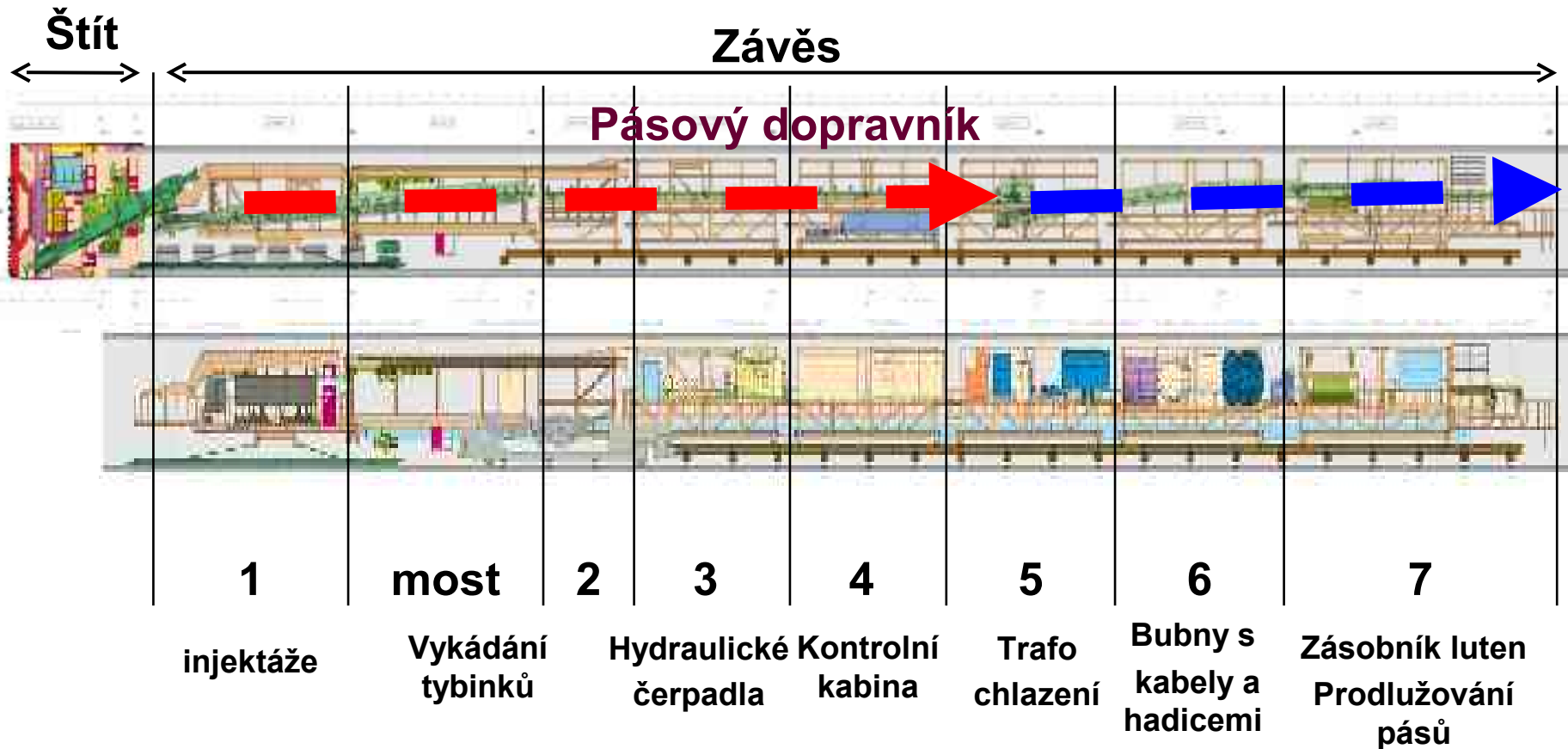


OTEVŘENÝ MÓD

Snížení stability čelby

Snížení tlaku podzemní vody

Základní části strojů TBM-EPB S-609 (Tonda), S-610 (Adéla)





Typ: Dopravní liniová stavba

Název stavby: Výstavba metra VA (Dejvická – Motol)  Dopravní podnik hlavního města Prahy

Investor: Dopravní podnik hl. Města Praha  **Inženýring**
Inženýring dopravních staveb a.s. DOPRAVNÍ STAVBY 0.5

Projektant: Metroprojekt a.s. 

Zhotovitel: „Sdružení metro VA (Dejvická – Motol)“

Vedoucí účastník: Metrostav a.s.60% 
Hochtief CZ a.s. ...40% 

Monitoring: Sdružení "ARCADIS - INSET" 

Termín výstavby: 12/2009 – 10/2014

Cena: 13,6 mld. Kč bez DPH 

Důvody nasazení stroje TBM-EPB na projekt „Výstavba metra V.A“

1) Projektovaná trasa

- trasa je vedena mělce pod terénem (zvláště v úseku mezi Červeným vrchem a Dejvickou)
- podcházení objektů náchylných na poklesy povrchu (výškové budovy na Červeném vrchu, objekt „Hvězda“ na Petřinách, silnice a tramvajová trať na Evropské třídě, objekty kanalizace apod.)

2) Hydrogeologické podmínky

Ražba pod hladinou podzemní vody přítoky do 10l/s

3) Geologické podmínky

- ražba v horninách s vysokou pevností v tlaku až v zeminách s nízkou pevností

4) Výhodný typ hornin

výrobce doporučuje nasazení štítu typu EPB do soudržných hornin a do hornin s obsahem jílovité složky. Takové horniny je možné použít do odtěžovací komory jako médium schopné kompenzovat zemní tlak vyvozovaný na čelbě. V horninách nesoudržných a v horninách s velkým podílem štěrkovité frakce se doporučuje štít typu slurry (bentonitový

5) Ekonomika projektu

- se zohledněním geologických podmínek, požadavků na rychlost výstavby a především díky délce ražených tunelů je štít typu EPB nejekonomičtější variantou ražby tunelu



1 066 m

210 m

651 m

1 761 m

Zásobovací
jáma

Část ražená
2 x TBM-EPB
celkem 4 100 m

491 m



Montážní a startovací
šachta



Část ražená
NATM celkem 750 m

MOTOL

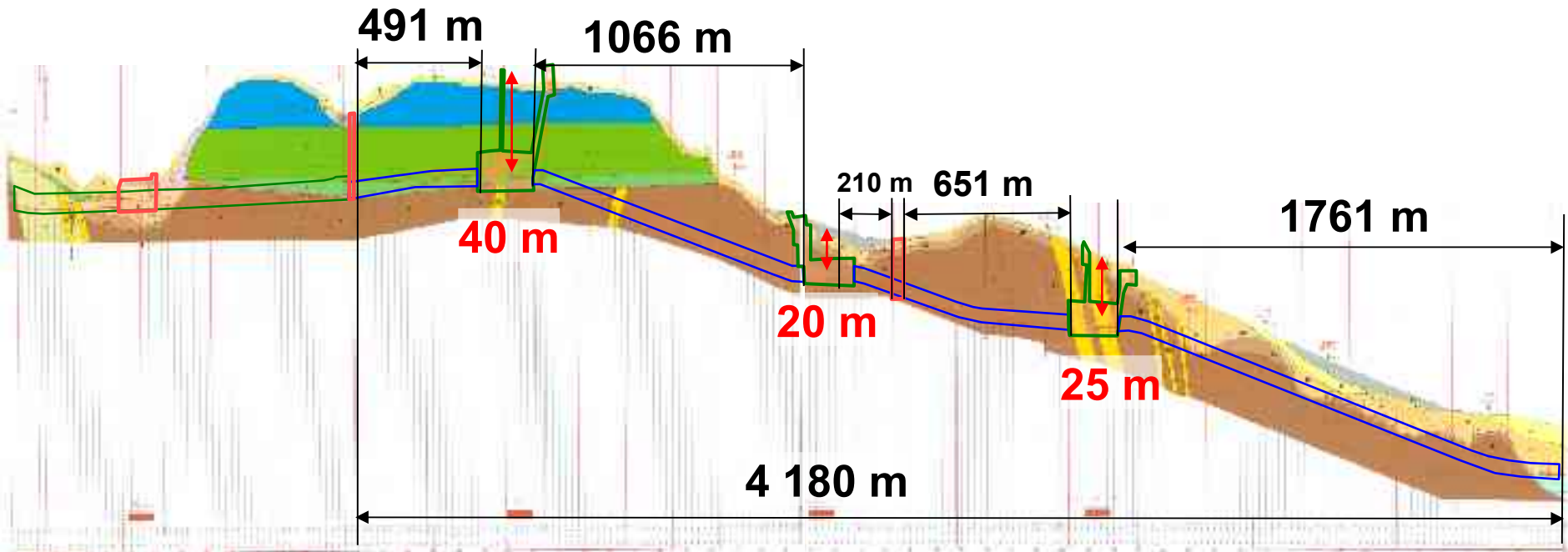
PELŠOVSKÝ

ČERVENÝ
BŘICH

V.A.
1.A

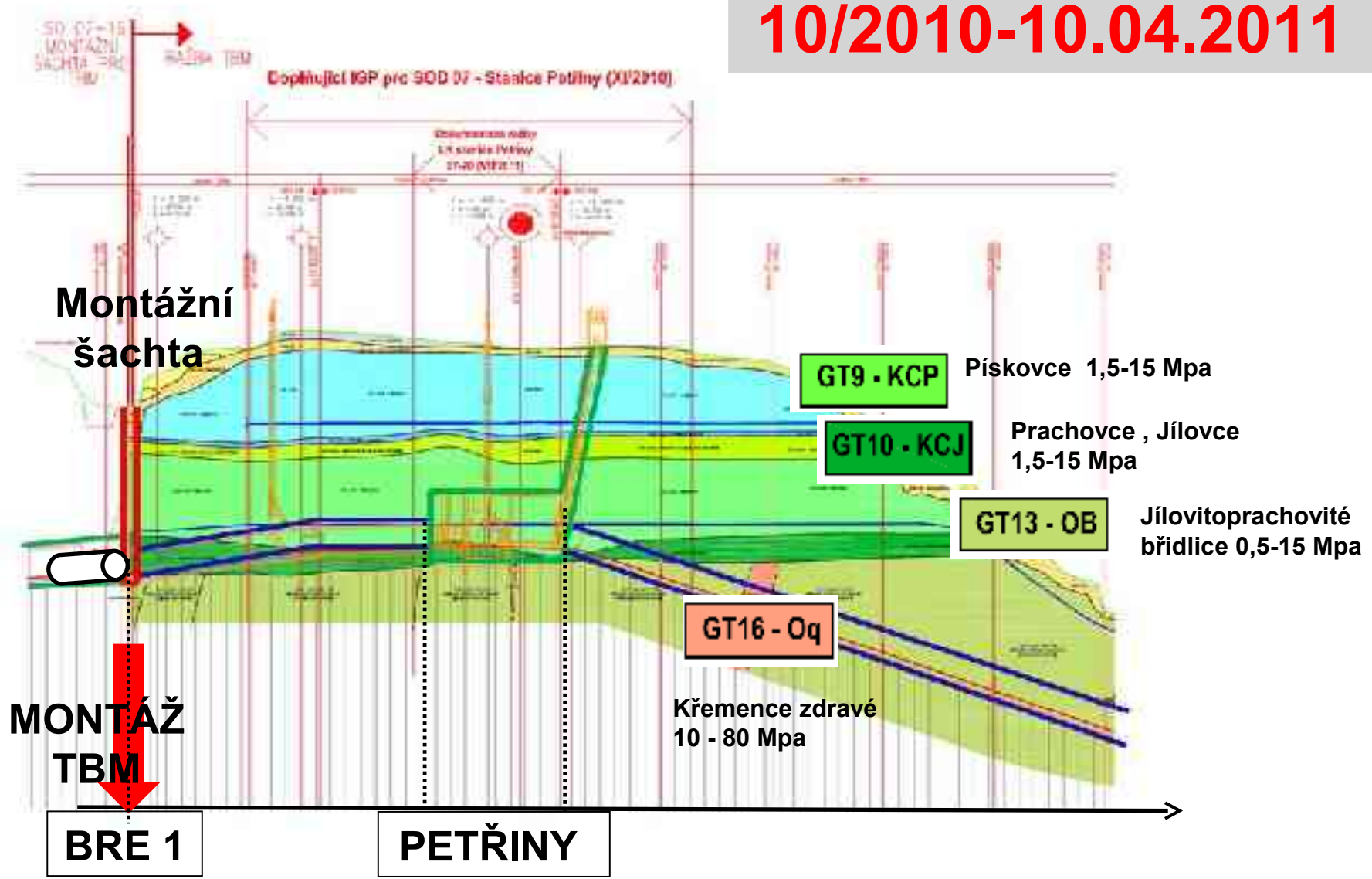
DEJVICKA

PROFIL TRASY METRA VA část TBM



- Hloubka stanic..... 40, 22, 25 m (od nástupiště na povrch)
- Max. vertikální klesání trasy..... 3.95 %
- Minimální horizontální radius (oblouk)..... 640 m

10/2010-10.04.2011



TBM S-609 V ŠACHTĚ NA BRE 1



TBM S-609 V ŠACHTĚ NA BRE 1



Montáž S-609 dokončena za 2 měsíce

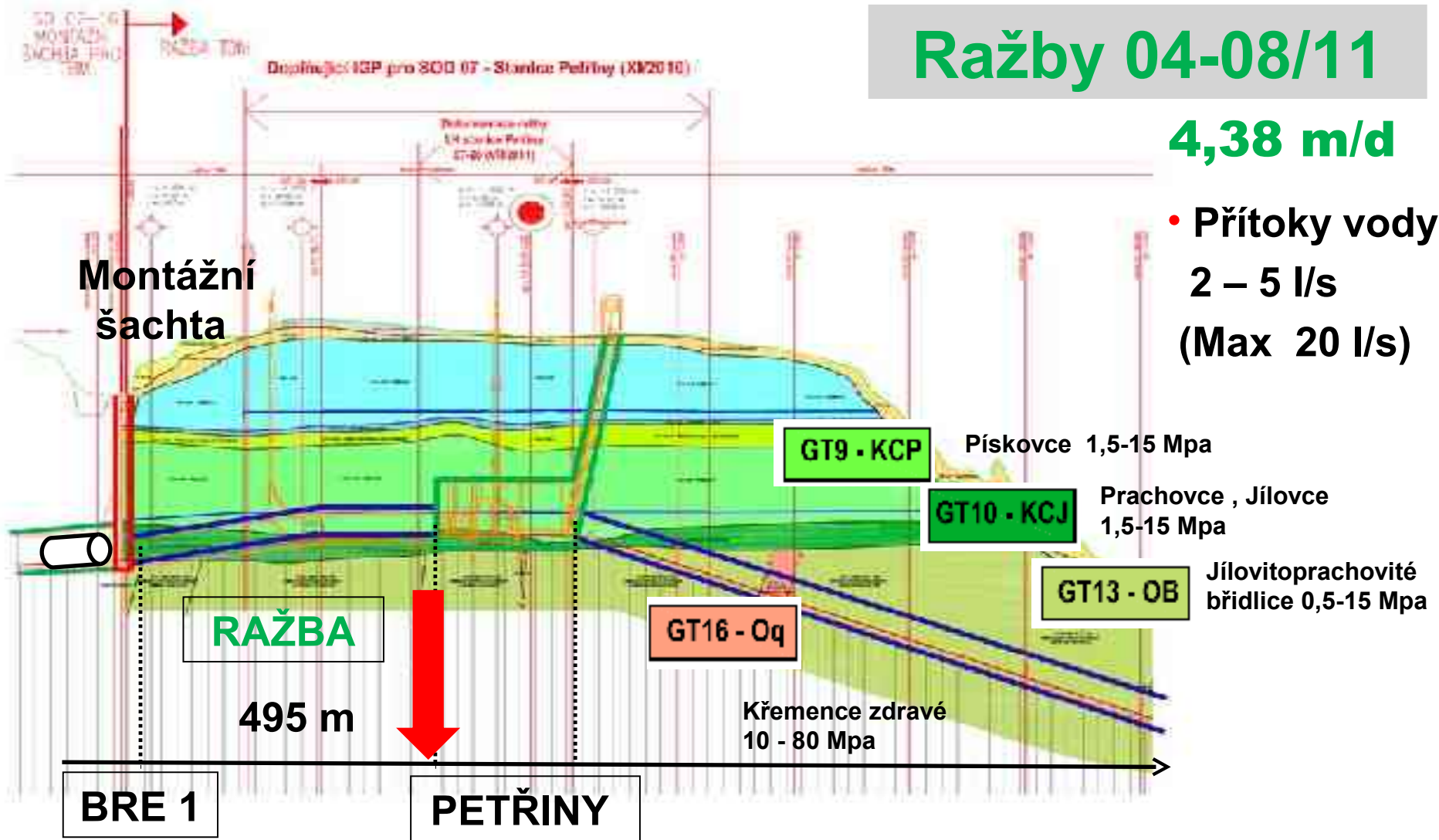


Úsek ZS BRE 1 st. Veleslavín 11,4 km – 13,00 km

Ražby 04-08/11

4,38 m/d

- Přítoky vody
2 – 5 l/s
(Max 20 l/s)



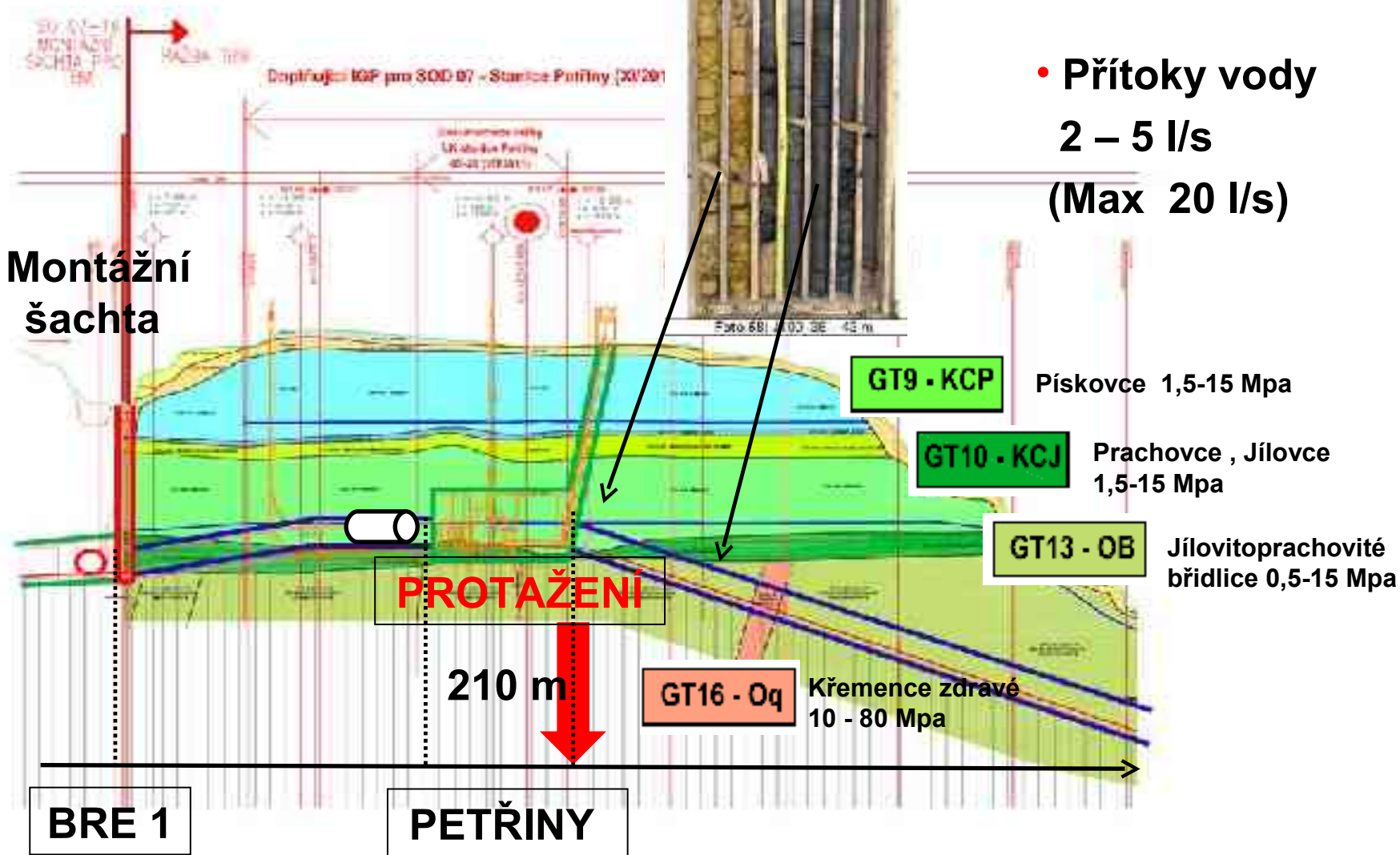
30.7.2011 Prorážka TBM S-609 (Tonda)
stanice Petřiny



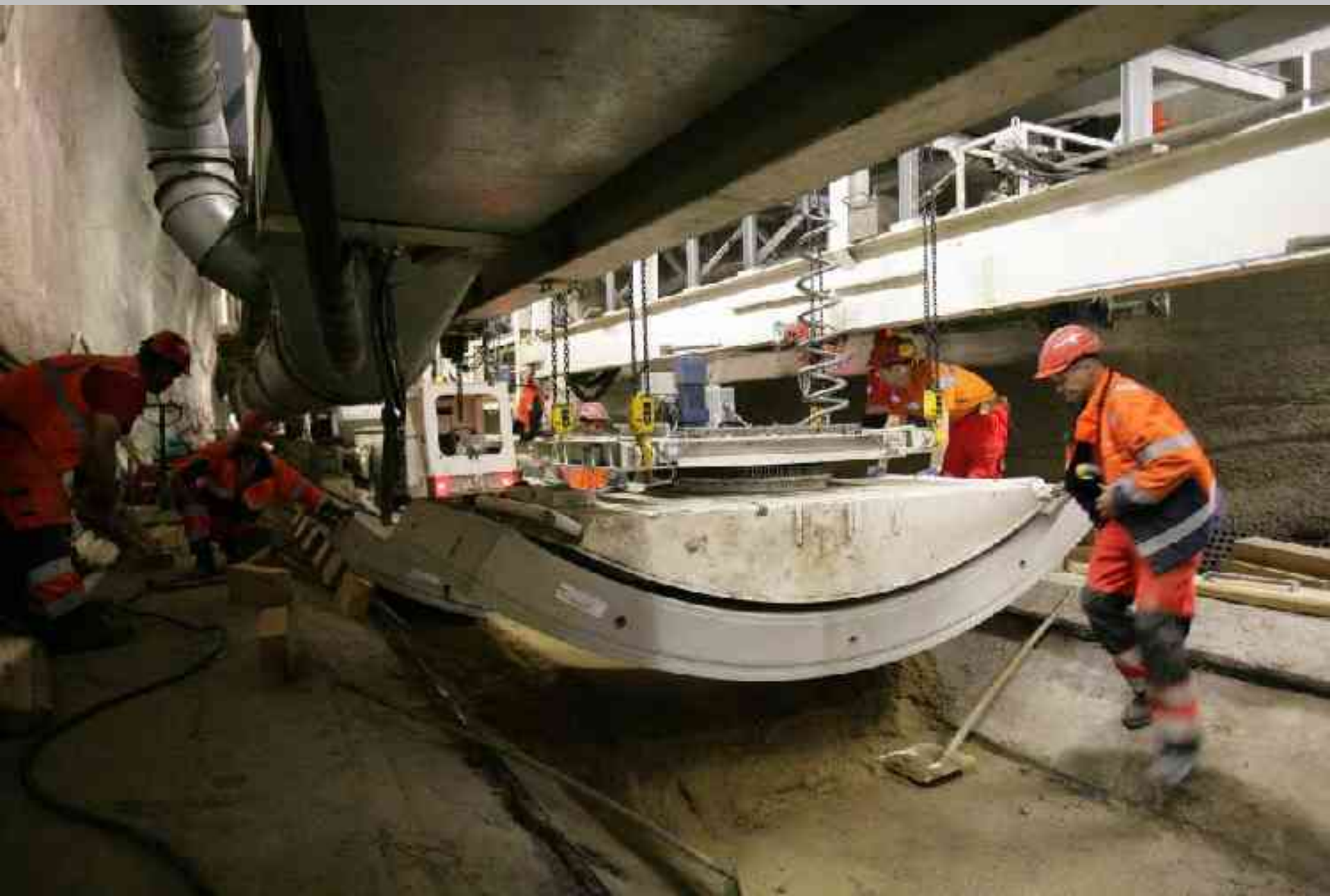
Úsek ZS BRE 1 st. Velešlavín 11,4 km – 13,00 km

3,13 m/d

- **Přítoky vody**
2 – 5 l/s
(Max 20 l/s)

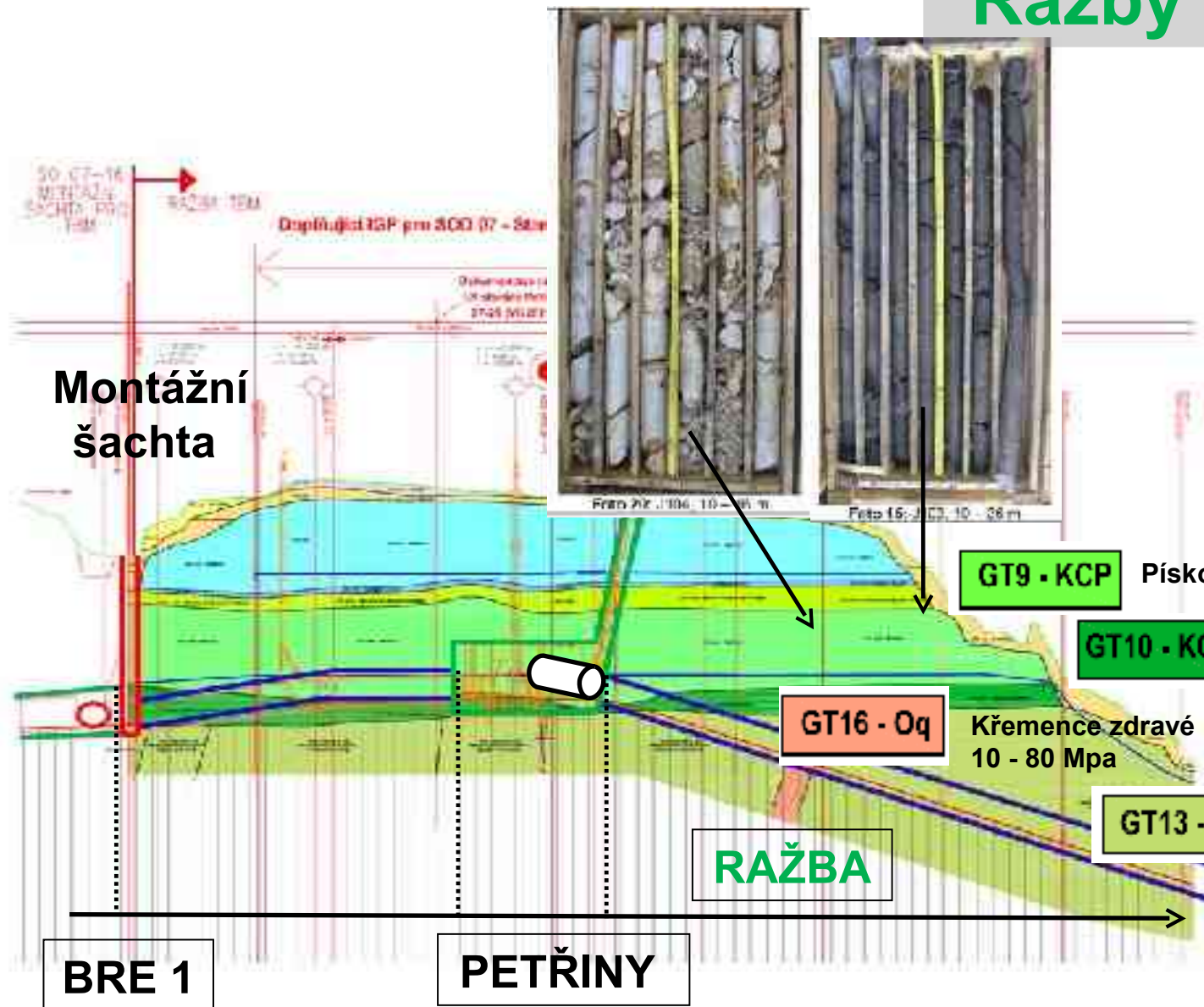








Ražby 10-12/11



Montážní šachta

- **Přítoky vody**
2 – 5 l/s
(Max 10 l/s)

GT9 - KCP Pískovce 1,5-15 Mpa

GT10 - KCJ Prachovce, Jílovce 1,5-15 Mpa

GT16 - Oq Křemence zdravé 10 - 80 Mpa

GT13 - OB Jílovitoprachovité břidlice 0,5-15 Mpa

RAŽBA

BRE 1

PETŘINY

Úsek st. Velslavin – st. Červený vrch 13,00 km – 14,7 km

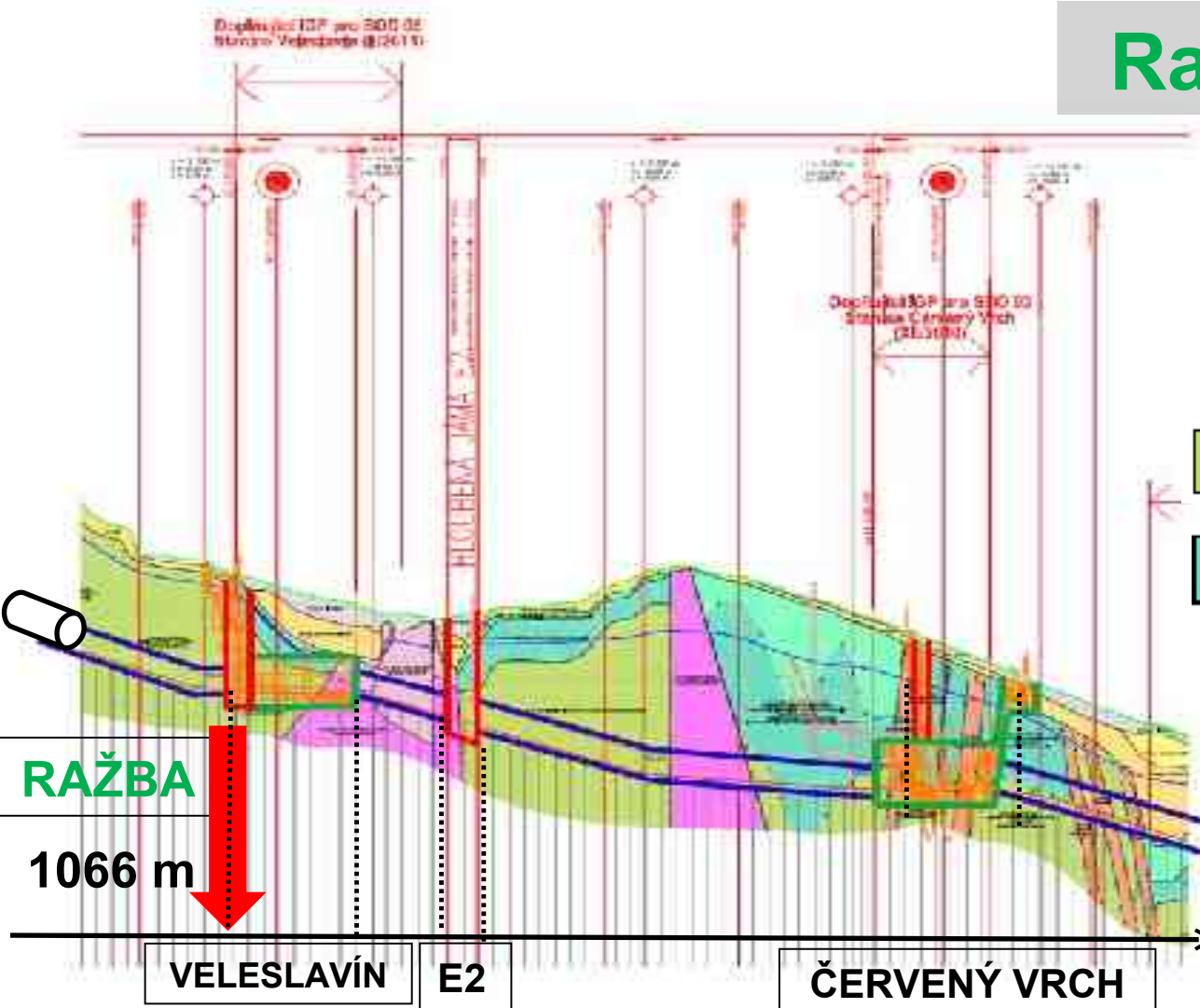
Ražby 10-12/11

18,63 m/d

- Přítoky vody
2 – 5 l/sec

- GT13 - OB** Jílovitoprachovité břidlice 0,5-15 Mpa
- GT12 - OBz** Jílovitoprachovité břidlice zvětralé 0,5-5 Mpa
- GT18 - OTf** Tufy 3-20 Mpa
- GT16 - Oq** Křemence zdravé 10 - 80 Mpa

RAŽBA
1066 m



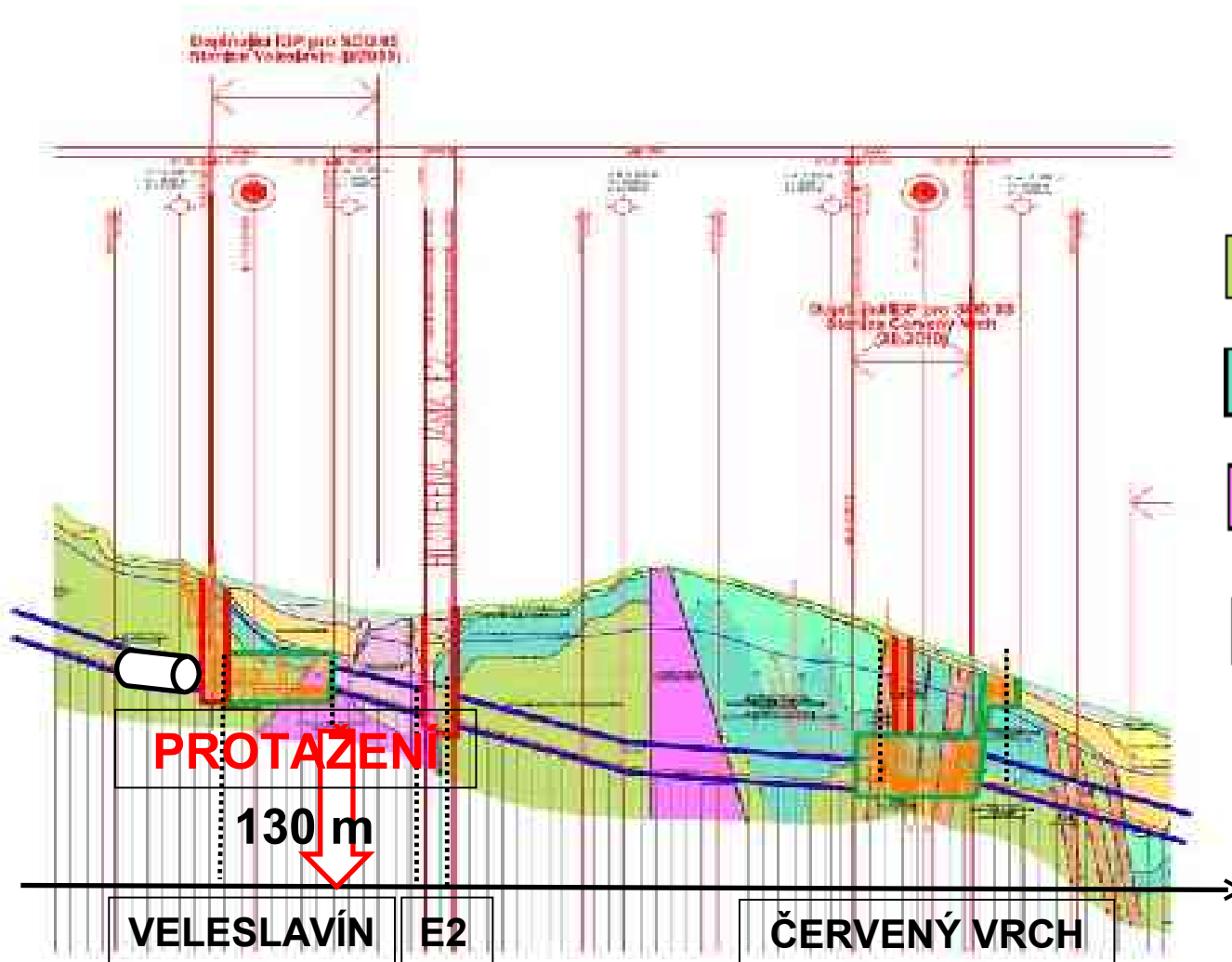
VELESLAVÍN E2 ČERVENÝ VRCH



**1.12.2012 Prorážka TBM S-609 (Tonda)
stanice Veleslavín**

Úsek st. Velslavin – st. Červený vrch 13,00 km – 14,7 km

2,71 m/d



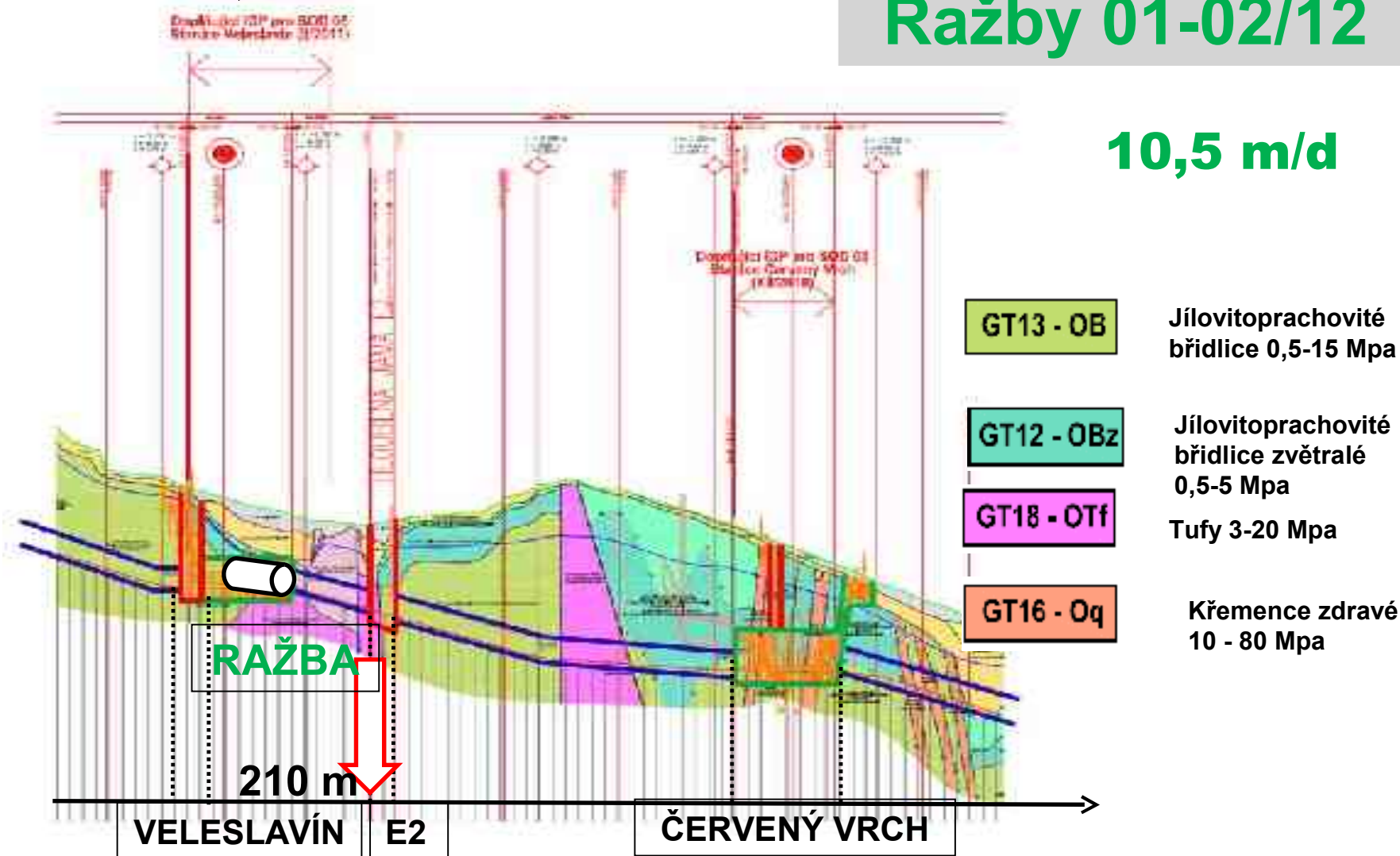
- GT13 - OB** Jílovitoprachovité břidlice 0,5-15 Mpa
- GT12 - OBz** Jílovitoprachovité břidlice zvětralé 0,5-5 Mpa
- GT18 - OTf** Tufy 3-20 Mpa
- GT16 - Oq** Křemence zdravé 10 - 80 Mpa



Úsek st. Velslavin – st. Červený vrch 13,00 km – 14,7 km

Ražby 01-02/12

10,5 m/d



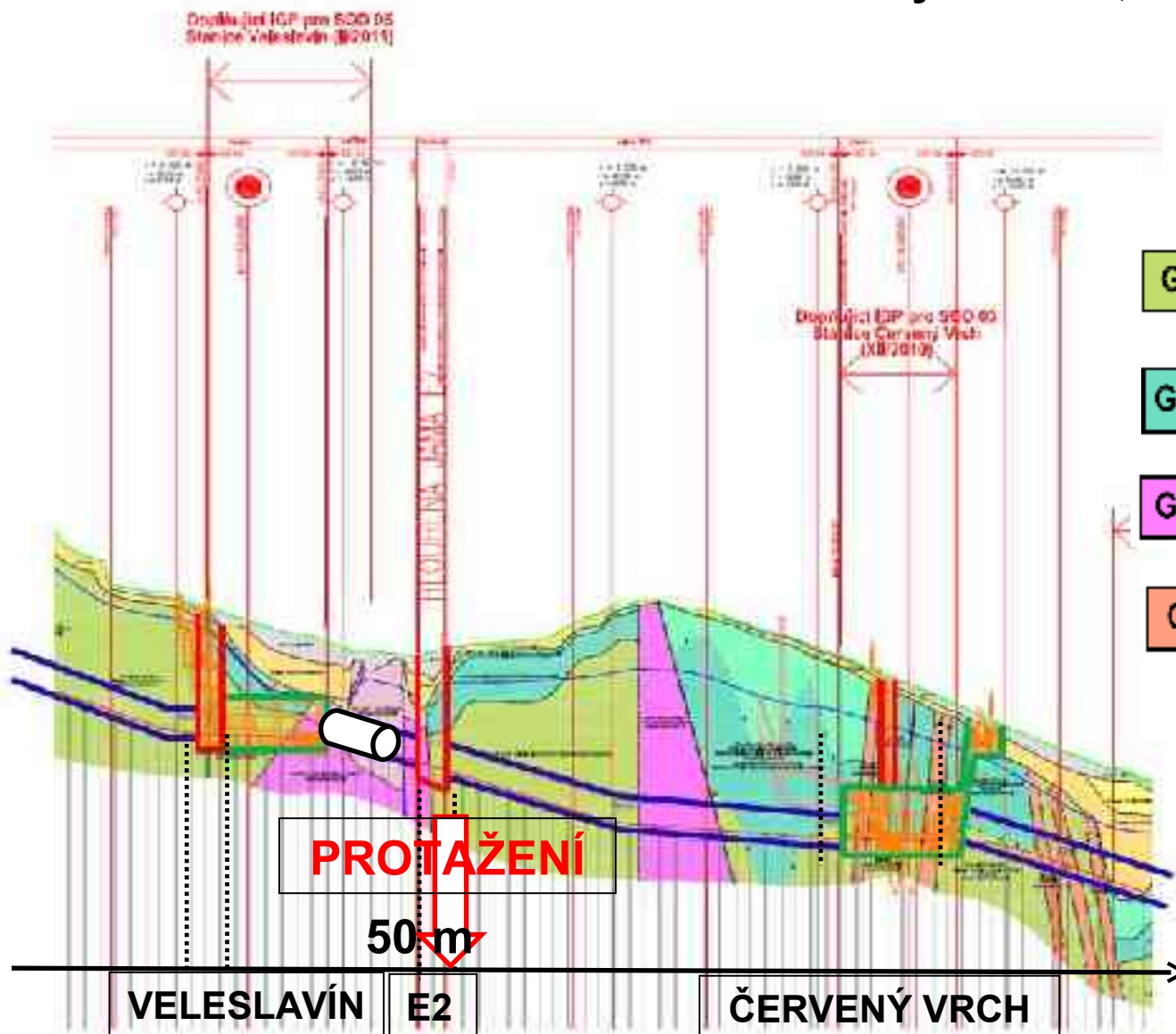


07.2.2012 Prorážka TBM S-609 (Tonda)
jáma E2

02/09/2012

Úsek st. Velslavin – st. Červený vrch 13,00 km – 14,7 km

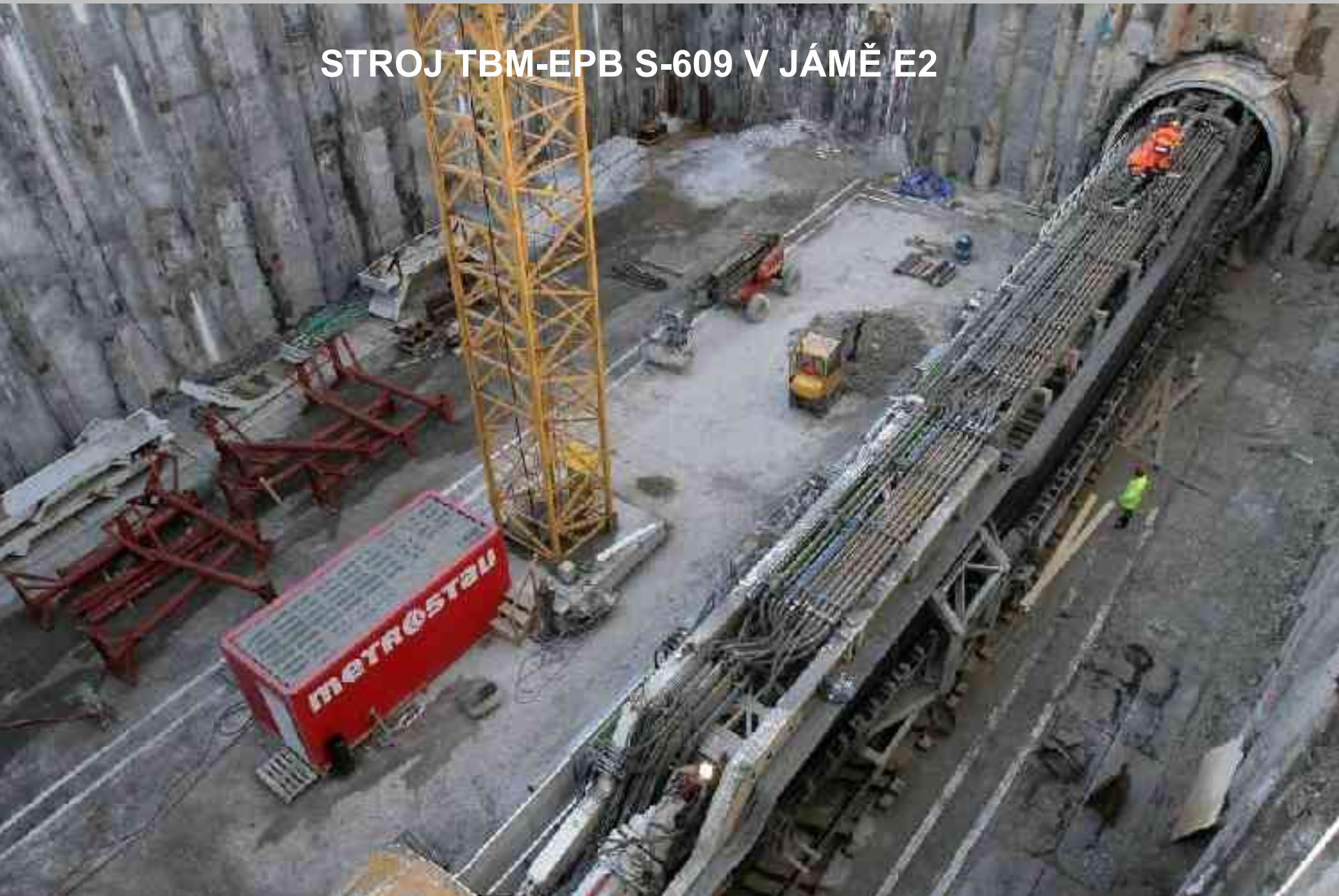
1,85 m/d



- GT13 - OB** Jílovitoprachovité břidlice 0,5-15 Mpa
- GT12 - OBz** Jílovitoprachovité břidlice zvětralé 0,5-5 Mpa
- GT18 - OTf** Tufy 3-20 Mpa
- GT16 - Oq** Křemence zdravé 10 - 80 Mpa



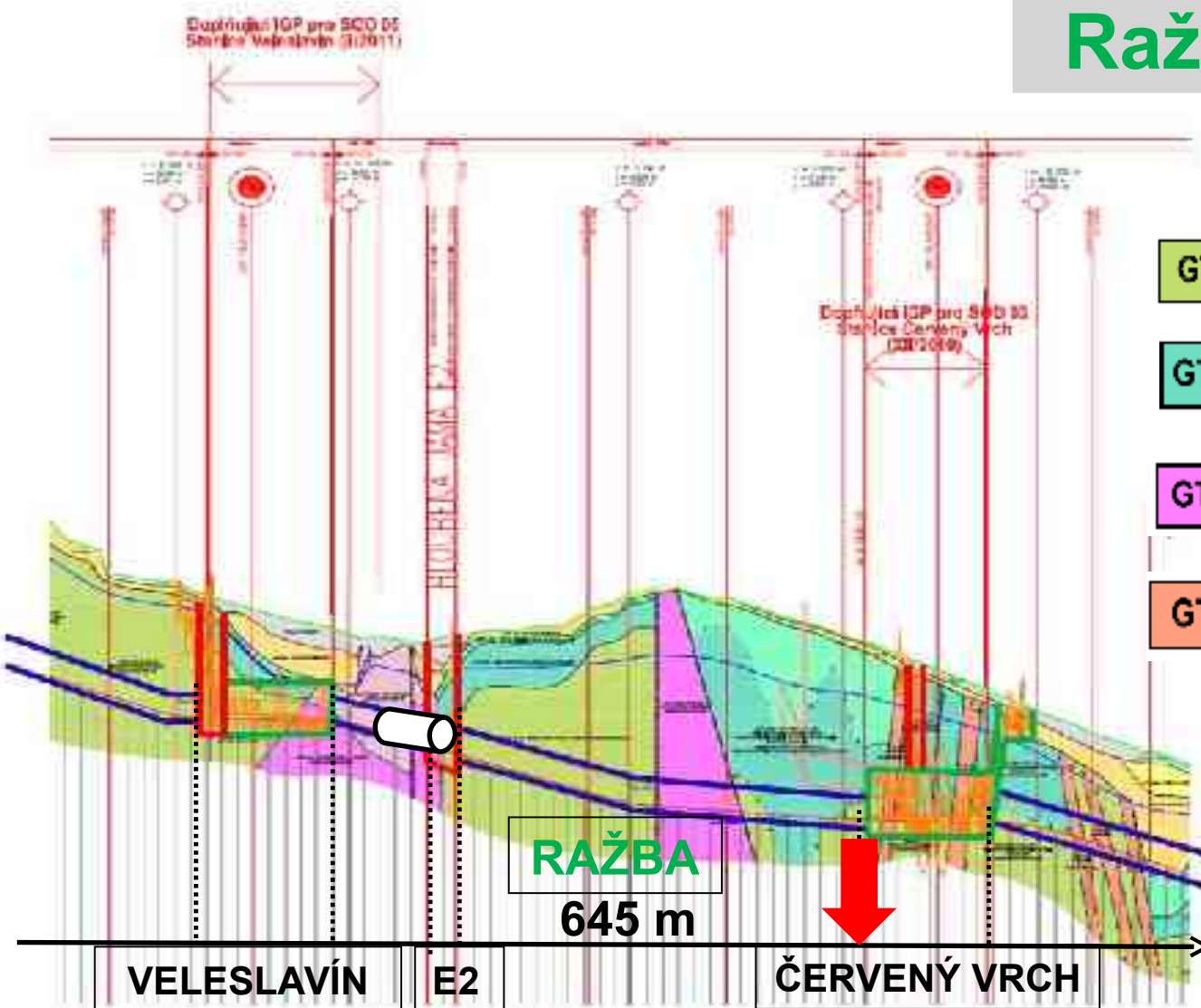
STROJ TBM-EPB S-609 V JÁMĚ E2



Úsek st. Velslavin – st. Červený vrch 13,00 km – 14,7 km

Ražby 03-04/12

14,66 m/d



- GT13 - OB** Jílovitoprachovité břidlice 0,5-15 Mpa
- GT12 - OBz** Jílovitoprachovité břidlice zvětralé 0,5-5 Mpa
- GT18 - OTf** Tufy 3-20 Mpa
- GT16 - Oq** Křemence zdravé 10 - 80 Mpa

VELESLAVÍN E2 ČERVENÝ VRCH



HOTOVÝ TUNEL Z E2 NA ČERVENÝ VRCH

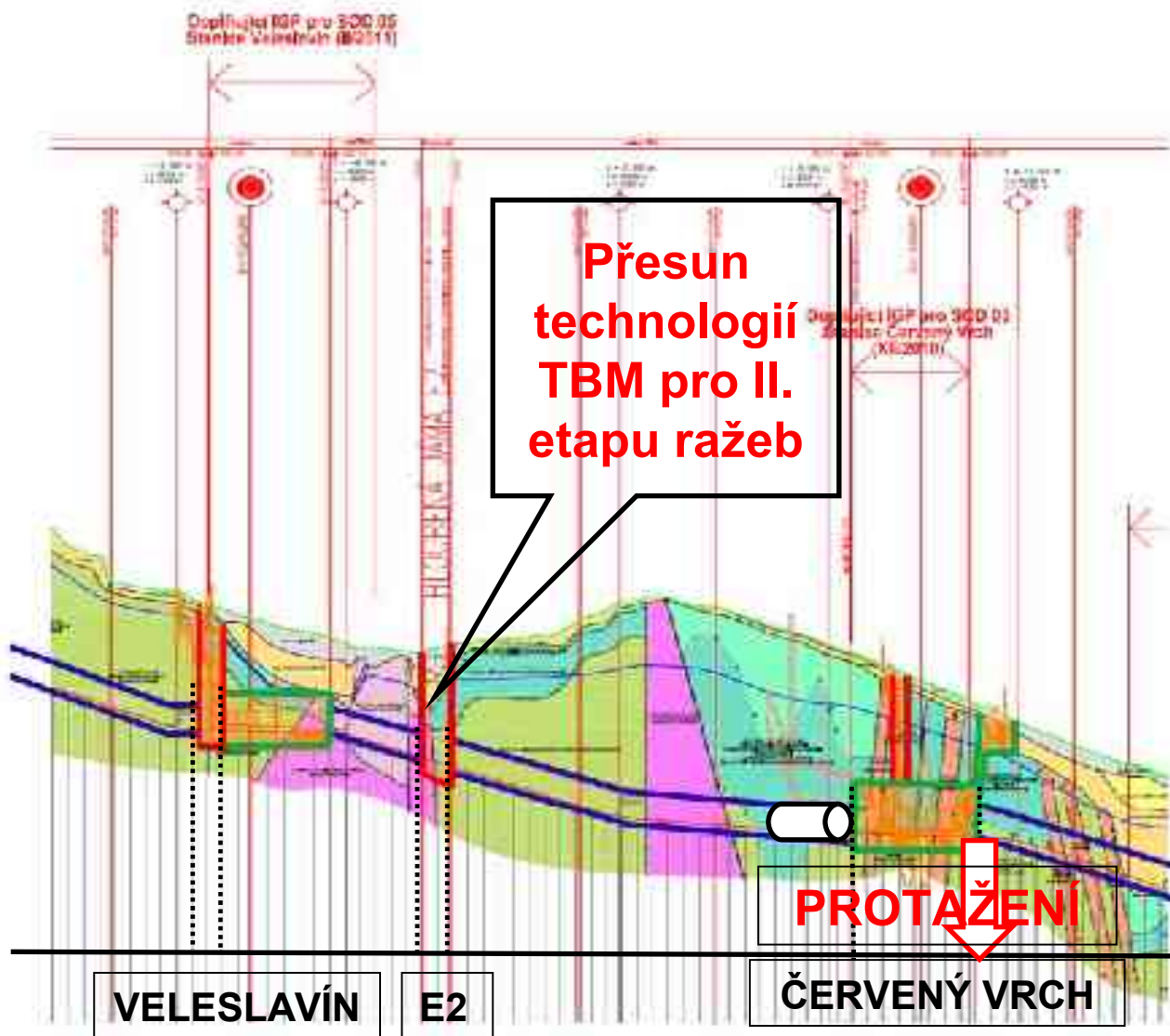
STANICE ČERVENÝ VRCH

18.4.2012 Prorážka TBM S-609 (Tonda)
stanice Červený vrch



Úsek st. Velslavin – st. Červený vrch 13,00 km – 14,7 km

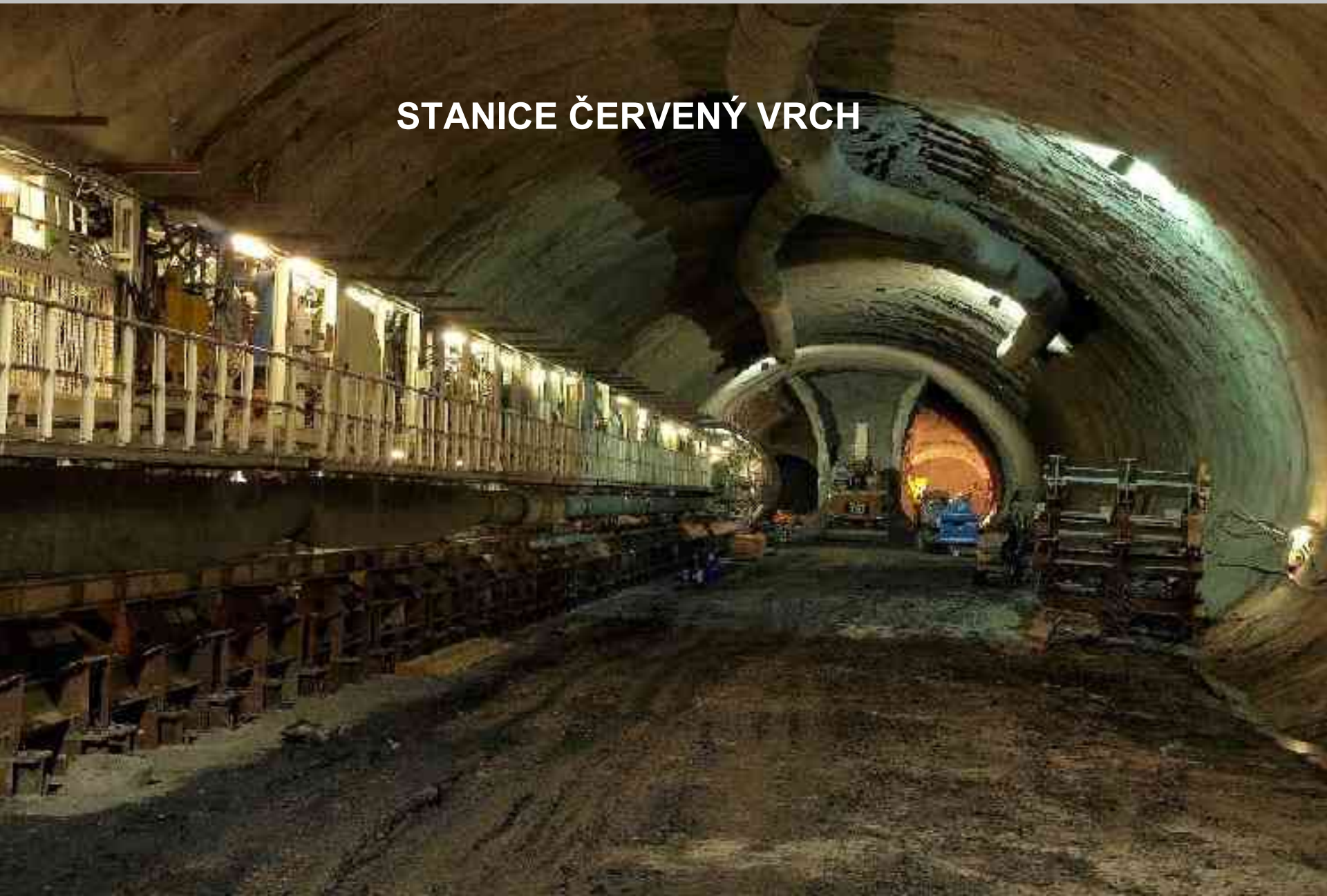
2,84 m/d



- GT13 - OB** Jílovitoprachovité břidlice 0,5-15 Mpa
- GT12 - OBz** Jílovitoprachovité břidlice zvětralé 0,5-5 Mpa
- GT18 - OTf** Tufy 3-20 Mpa
- GT16 - Oq** Křemence zdravé 10 - 80 Mpa



STANICE ČERVENÝ VRCH

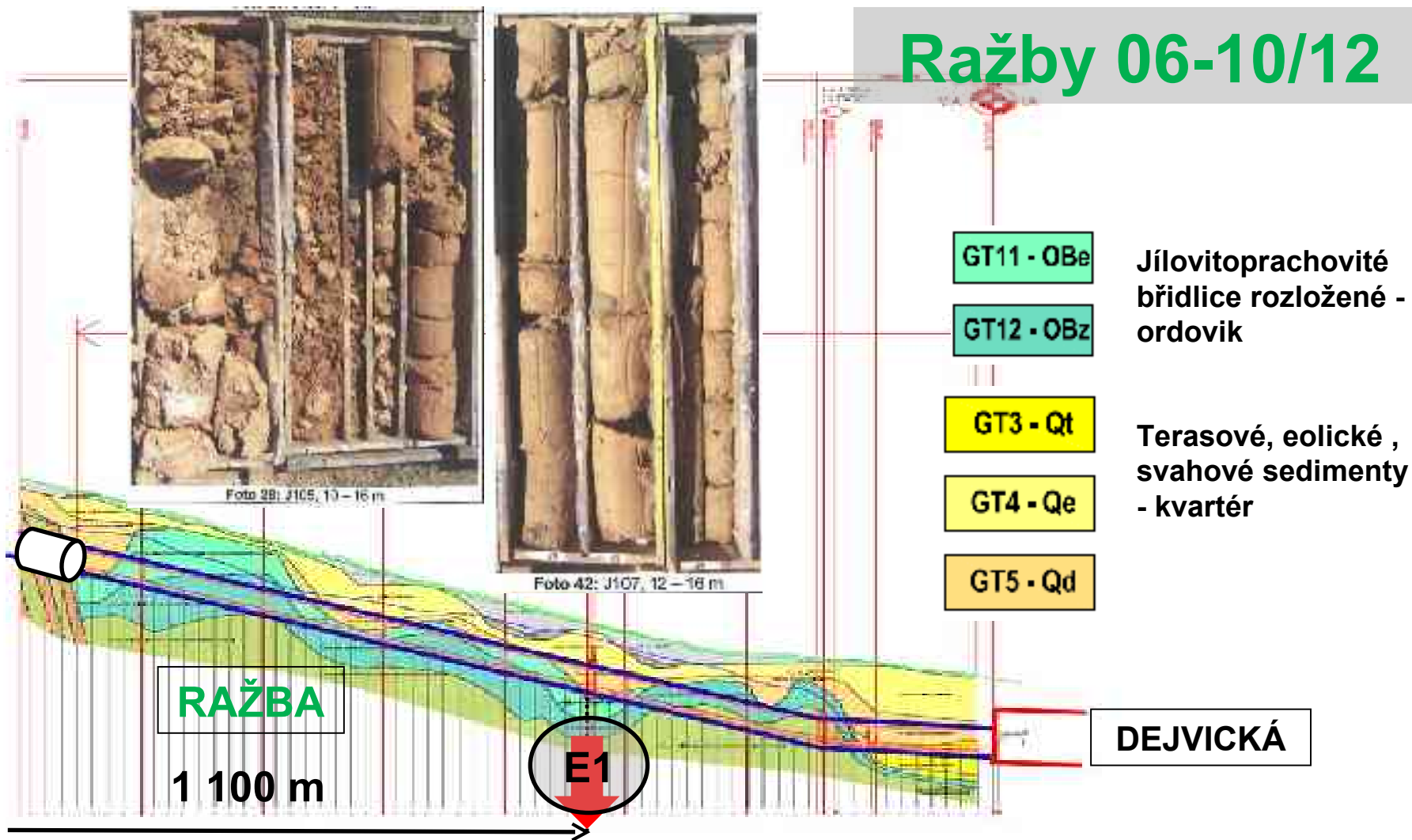


STANICE ČERVENÝ VRCH



Úsek st. Červený vrch – st. Dejvická 14,70 km – 16,20 km

Ražby 06-10/12



BETONOVÉ K-CE PRO RAŽBU V OTEVŘENÉM PROSTORU VZT BRE-1



RAŽBA SKRZ VZT OBJEKT E1



Úsek st. Červený vrch – st. Dejvická 14,70 km – 16,20 km

Ražby 10-12/12

11,43 m/d

GT11 - OBe

Jílovitoprachovité
břidlice rozložené -
ordovik

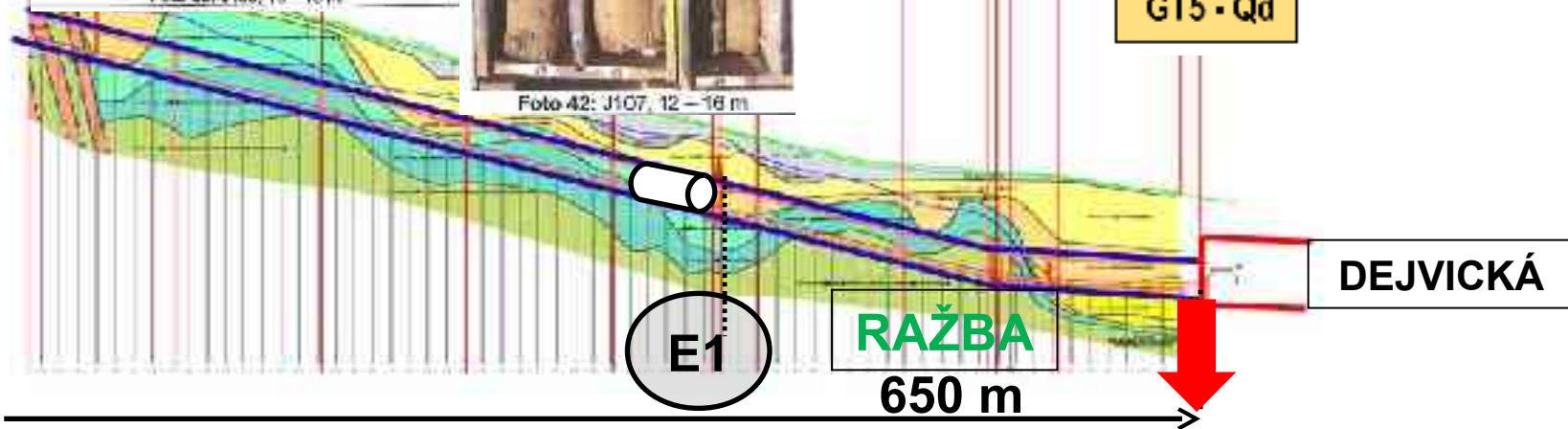
GT12 - OBz

GT3 - Qt

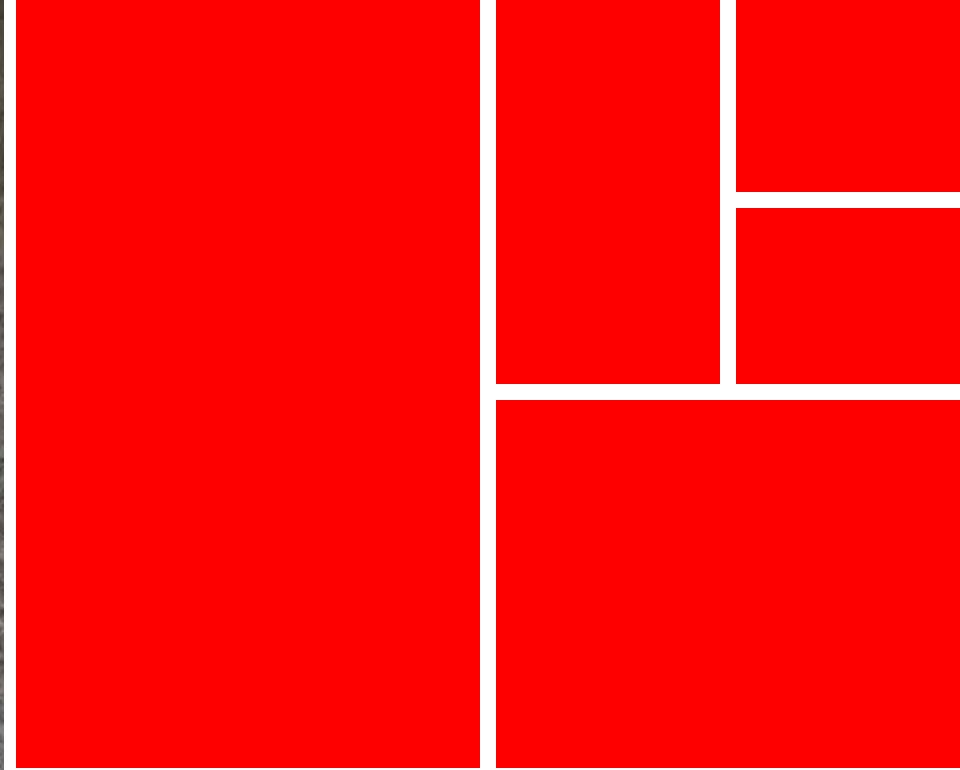
Terasové, eolické ,
svahové sedimenty
- kvartér

GT4 - Qe

GT5 - Qd







Děkuji za pozornost

David Cyroň

Metrostav a.s., Divize 5

Na Zatlance 1350/13, Praha 5

david.cyron@metrostav.cz